

SEMICONDUCTOR LIGHT-EMITTING ELEMENT AND MANUFACTURE THEREOF

Patent Number: JP2001068727

Publication date: 2001-03-16

Inventor(s): KURAHASHI TAKANAO;; HOSOBANE HIROYUKI;; NAKATSU HIROSHI;; MURAKAMI TETSURO

Applicant(s): SHARP CORP

Requested Patent: JP2001068727

Application
Number: JP19990238225 19990825

Priority Number(s):

IPC Classification: H01L33/00

EC Classification:

Equivalents: SE0002996, TW461122

Abstract

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a semiconductor light-emitting element, which is low in the dependence of a luminous wavelength on an emission angle.

SOLUTION: This semiconductor light-emitting element has a DBR layer 3 consisting of an N-type AlAs layer and an N-type Al_{0.5}Ga_{0.5}As layer and a DBR layer 7 consisting of a P-type (Al_{0.2}Ga_{0.8})_{0.5}In_{0.5}P layer and a P-type Al_{0.5}In_{0.5}P layer at a prescribed interval on an N-type GaAs substrate 1 so that the length of the center of a reflection spectrum is 650 nm and a resonance wavelength is also formed in a length of 650 nm. A quantum well active layer (luminous layer) 5 is formed so that the peak wavelength of emission is formed in a length of 650 nm at the position of the loop of a standing wave, which is generated in a resonator consisting of both DBR layers 3 and 7. Lattice patterns 15 are formed in the surface of a P-type Al_{0.5}Ga_{0.5}As light scattering layer 10 which is encircled with P-type electrodes 12 and is used as a light-emitting surface. In such a way, by roughening the light-emitting surface, light radiated from the layer 5 is made to scatter in various directions and the dependence of a luminous wavelength on an emission angle is lessened.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

(3)

してしまうという問題が発生する。

[0006] また、上記LEDチップを通して使用する場合には、例えばプラスチックファイバによる通信光原に使用する場合には、垂直方向でプラスチックファイバの損失が大きい6.0nmにピーキーを持つように作製したLEDチップでは、斜め6.0nmよりもピーキー波長が短くなるため使用できないという問題が発生する。

[0007] そこで、この発明の目的は、発光波長が射出保存性が小さい半導体発光素子およびその製造方法を提供することにある。

[0008]

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、第1の発明の半導体発光素子は、GaAs基板に格子整合する層が最もAl_xG_yAs(0≤y≤1)で形成されているので、GaAs基板に格子整合する層が最もAl_xを含む場合でも25%程度であり、Al_xG_yAs(0≤y≤1)で形成した場合(6.0%)の1/2である。したがって、耐湿性が大きく向上される。

[0009] また、第2の発明の半導体発光素子の製造方法は、GaAs基板上に所定の間隔を有して形成された一对の多層反射膜で成る定在波の位置に形成されると、上記共振器内における定在波の位置に形成された発光層を有する半導体発光素子の製造方法は、斜め6.0nmよりもピーキー波長が短くなるため使用できないという問題が発生する。

[0010] そこで、この発明の目的は、発光波長が射出保存性が小さい半導体発光素子およびその製造方法を提供することにある。

[0011] 上記構成によれば、上記半導体発光素子の表面は粗面化されている。したがって、図7(a)に示すように、発光層から放射された光は、本半導体発光素子の表面から外部に射出される際に種々の方向に散乱されることになる。その結果、発光波長が粗面化されている半導体層が形成されていることを射出とし

[0012] た、上記第2の発明の半導体発光素子の表面は粗面化されている。したがって、図7(b)に示すように、発光層から放射された光は、本半導体発光素子の表面から外部に射出される際に種々の方向に散乱されることになる。その結果、発光波長が粗面化される。

[0013] 上記構成によれば、上記発光層が、単層又は複数層から成るAl_xG_yAs(0≤y≤1, 0≤z≤1)層で構成されている。したがって、波長が560nm~6.60nmの発光光が得られる。

[0014] また、上記第1の発明の半導体発光素子は、上記発光層に対してGaAs基板側に位置する多層反射膜を、Al_xG_yAs(0≤y≤1)層で構成し、上記発光層に対して上記GaAs基板とは反対側に位置する多層反射膜を、Al_xG_yAs(0≤y≤1, 0≤z≤1)層で構成することが望ましい。

[0015]

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

19

20

21

22

23

24

25

26

27

28

29

30

31

32

33

(4)

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

19

20

21

22

23

24

25

26

27

28

29

30

31

32

33

34

35

36

37

38

39

40

41

42

43

44

45

46

47

48

49

50

51

52

53

54

55

56

57

58

59

60

61

62

63

64

65

66

67

68

69

70

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

19

20

21

22

23

24

25

26

27

28

29

30

31

32

33

34

35

36

37

38

39

40

41

42

43

44

45

46

47

48

49

50

51

52

53

54

55

56

57

58

59

60

61

62

63

64

65

66

67

68

69

70

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

19

20

21

22

23

24

25

26

27

28

29

30

31

32

33

34

35

36

37

38

39

40

41

42

43

44

45

46

47

48

49

50

51

52

53

54

55

56

57

58

59

60

61

62

63

64

65

66

67

68

69

70

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

19

20

21

22

23

24

25

26

27

28

29

30

31

32

33

34

35

36

37

38

39

40

41

42

43

44

45

46

47

48

49

50

51

52

53

54

55

56

57

58

器を調整する。本実施の形態においては、上記共振器長を1.5波長分とした。さらに、量子井戸活性層65は、上記共振器中に生じる定在波の頂の位置に位置し、発光ビーム強度は650nmになるように形成する。

[0061] その後、図2.4および図2.5(図2.4の1-1矢張断面図)に示すように、n型GaAsキャップ層71を複数回素子エッチングして除去する。その後、オトリソグラフィおよび酸洗・温水洗浄工程によって、半導体発光素子を製造できる。

[0067] また、上記第1の発光の半導体発光素子は、上記発光層を、半導体発光素子からなるAl_yG_{1-y}In_xP(0.5≤y≤1, 0.5≤z≤1)層で構成すれば、波長が560nm～660nmの発光光を発することができる。

[0068] また、上記第1の発光の半導体発光素子は、上記発光層に対してGaAs基板に位置する多層反射鏡をAl_xG_{1-x}As(0.5≤x≤1)層で構成すれば、GaAs基板との熱膨脹係数の差を小さくして結晶成長時と結晶成長後との位置ずれによる転移を発生し難くなる。したがって、上記多層反射鏡の層数を多くして、容易に高反射率を得ることができる。

[0069] さらに、上記GaAs基板とは反対側に位置する多層反射鏡をAl_yG_{1-y}In_xP(0.5≤y≤1, 0.5≤z≤1)層で構成すれば、上記GaAs基板に格子整合する層が含むAl_yG_{1-y}In_xP(0.5≤y≤1)で形成した場合(5.0%で約3.6%小さく且つ膜厚が約8μmのAl_{0.01}Ga_{0.98}In_{0.01}P層)と、p型(A_{0.1}Ga_{0.9}In_{0.0})P層2電流遮断層70およびp型Al_{0.1}In_{0.9}As(0.5≤x≤1)で形成した場合(5.0%で約1.2%小さく且つ膜厚が約2.80μmのAl_{0.01}Ga_{0.98}In_{0.01}P層)とp型(A_{0.1}Ga_{0.9}In_{0.0})P層1.2ペアのDBR層67上に形成されおり、ウェーハ背面は粗面になっている。

[0063] その後、図2.1および図2.2に示すように、上記p型Al_{0.01}Ga_{0.98}In_{0.01}P層2電流遮断層70上にAl₂O₃/Alを蒸着し、オトリソグラフィによつて表面電極を形成する。そして、熱処理を行つて型電極73を形成する。さらに、n型GaAs基板61を約2.80μmの膜厚まで研磨し、この研磨した面上AuGe/Auを蒸着し、熱処理することによってn型電極74を形成する。

[0064] このようにして形成された半導体発光素子においては、第1～第3実施の形態の場合よりも、熱伝導性は大きい。しかしながら、粗面がない場合には別途ウェーハ背面を粗面化する工程が全く必要なく、工程の簡略化が可能となる。尚、発光波長の精度が小さいために、図2.8に示すように、第1～第3実施の形態の場合よりも、粗面は依存性が大幅に小さくなっている。

[0065] また、耐湿性に関しては、n型電極74を粗面化する工程が必不可少である。n型電極74を粗面化する工程の簡略化が可能となる。尚、発光波長の精度が小さいために、図2.8に示すように、第1～第3実施の形態の場合よりも、粗面は依存性が大幅に小さくなっている。

[0071] また、上記第2の発光の半導体発光素子の製造方法は、上記半導体層における粗面層に対する粗面化を、オトリソグラフィおよびエッチングにより粗面化の精度が小さいために、図2.8に示すように、第1～第3実施の形態の場合よりも、粗面は依存性が大きい。しかしながら、粗面がない場合には別途ウェーハ背面を粗面化する工程が全く必要なく、工程の簡略化が可能となる。尚、発光波長の精度が小さいために、図2.8に示すように、第1～第3実施の形態の場合よりも、粗面は依存性が大幅に小さくなっている。

[0072] また、上記第2の発光の半導体発光素子の製造方法は、上記半導体層における粗面層に対する粗面化を、オトリソグラフィによつて行なえる。粗面化を実現するためには、上記光散乱用電極75を形成する。上記光散乱用電極75を形成するためには、精度の高い光散乱用の掩蔽パターンを形成できる。

[0073] また、上記第2の発光の半導体発光素子の製造方法では、上記半導体層をAl_yG_{1-y}In_xP(0.5≤y≤1, 0.5≤z≤1)で形成し、少なくとも上記半導体層を粗面化された半導体層が形成されているの

る最上層の表面に対する粗面化を行なえば、上記粗面による粗面化の場合のように、ウェーハ全体を別に基板やシート等に貼り付けて保持する工場および洗浄する工程を必要とはしない。したがって、より簡単な方法によって半導体発光素子を製造できる。

[0074] また、第3の発明は、一对の多層反射鏡で成る共振器内における定在波の位置に発光層を形成する必要がある。したがって、発光波長の放射角依存性を小さくすることができる。

[0075] また、上記第1の発光の半導体発光素子は、上記発光層に対してGaAs基板に対して格子定数が0.5以上異なるAl_yG_{1-y}In_xP(0.5≤y≤1, 0.5≤z≤1)層を含む半導体層を形成するので、上記半導体層の表面を格子定数差によって粗面化できる。したがって、この発光層に対してGaAs基板とは反対側に位置する上記多層反射鏡上に、上記GaAs基板に対して格子定数によって粗面化できる。したがって、一連の結晶成長工程のみによって上記半導体層の表面を粗面化でき、結晶成長の後に別途上記粗面化を行なう工場を要する必要がない。すなわち、この発明によれば、さらに簡単な方法によって半導体発光素子を製造できる。

[0076] これの発明の半導体発光素子における表面図である。

[0077] 図2.6におけるA-A矢張断面図である。

[0078] 図2.1に示す半導体発光素子における表面図である。

[0079] 図2.7におけるB-B矢張断面図である。

[0080] 図2.2に示す半導体発光素子における表面図である。

[0081] 図2.8におけるC-C矢張断面図である。

[0082] 図2.9に示す半導体発光素子の製造工程を示す図である。

[0083] 図2.10に示す半導体発光素子の製造工程を示す図である。

[0084] 図2.11に示す半導体発光素子の製造工程を示す図である。

[0085] 図2.12に示す半導体発光素子の製造工程を示す図である。

[0086] 図2.13に示す半導体発光素子の製造工程を示す図である。

[0087] 図2.14に示す半導体発光素子の製造工程を示す図である。

[0088] 図2.15に示す半導体発光素子の製造工程を示す図である。

[0089] 図2.16に示す半導体発光素子の製造工程を示す図である。

[0090] 図2.17におけるD-D矢張断面図である。

[0091] 図2.18におけるE-E矢張断面図である。

[0092] 図2.19におけるF-F矢張断面図である。

[0093] 図2.20におけるG-G矢張断面図である。

[0094] 図2.21におけるH-H矢張断面図である。

[0095] 図2.22におけるI-I矢張断面図である。

[0096] 図2.23におけるJ-J矢張断面図である。

[0097] 図2.24におけるK-K矢張断面図である。

[0098] 図2.25におけるL-L矢張断面図である。

[0099] 図2.26におけるM-M矢張断面図である。

[0100] 図2.27におけるN-N矢張断面図である。

[0101] 図2.28におけるO-O矢張断面図である。

[0102] 図2.29におけるP-P矢張断面図である。

[0103] 図2.30におけるQ-Q矢張断面図である。

[0104] 図2.31におけるR-R矢張断面図である。

[0105] 図2.32におけるS-S矢張断面図である。

[0106] 図2.33におけるT-T矢張断面図である。

[0107] 図2.34におけるU-U矢張断面図である。

[0108] 図2.35におけるV-V矢張断面図である。

[0109] 図2.36におけるW-W矢張断面図である。

[0110] 図2.37におけるX-X矢張断面図である。

[0111] 図2.38におけるY-Y矢張断面図である。

[0112] 図2.39におけるZ-Z矢張断面図である。

[0113] 図2.40におけるAA-AA矢張断面図である。

[0114] 図2.41におけるBB-BB矢張断面図である。

[0115] 図2.42におけるCC-CC矢張断面図である。

[0116] 図2.43におけるDD-DD矢張断面図である。

[0117] 図2.44におけるEE-EE矢張断面図である。

[0118] 図2.45におけるFF-FF矢張断面図である。

[0119] 図2.46におけるGG-GG矢張断面図である。

[0120] 図2.47におけるHH-HH矢張断面図である。

[0121] 図2.48におけるII-II矢張断面図である。

[0122] 図2.49におけるJJ-JJ矢張断面図である。

[0123] 図2.50におけるKK-KK矢張断面図である。

[0124] 図2.51におけるLL-LL矢張断面図である。

[0125] 図2.52におけるMM-MM矢張断面図である。

【発明の効果】 以上より明らかのように、第1の発明の半導体発光素子は、一对の多層反射鏡で成る共振器内における定在波の位置に発光層を有し、この発光層に対する粗面化の方法によつて、発光波長の放射角依存性を小さくすることができる。

【0073】 また、上記第2の発光の半導体発光素子の製造方法では、上記半導体層をAl_yG_{1-y}In_xP(0.5≤y≤1, 0.5≤z≤1)で形成し、少なくとも上記半導体層を粗面化することによって上記半導体層における粗面化を実現することによって、発光波長の放射角依存性が小さくなるよう

に、表面粗面化の放射角依存性が制御できる。

【0074】 また、上記第2の発光の半導体発光素子の製造方法は、上記半導体層における粗面層に対する粗面化を、オトリソグラフィによつて行なえることによつて行なえる。

【0075】 また、上記第2の発光の半導体発光素子の製造方法は、上記光散乱用電極75を形成するためには、精度の高い光散乱用の掩蔽パターンを形成できる。

【0076】 また、上記第2の発光の半導体発光素子の製造方法では、上記半導体層をAl_yG_{1-y}In_xP(0.5≤y≤1, 0.5≤z≤1)で形成し、少なくとも上記半導体層を粗面化することによって上記半導体層における粗面化を実現することによつて上記半導体層における粗面化を実現することによって、発光波長の放射角依存性が小さくなるよう

に、表面粗面化の放射角依存性が制御できる。

【0077】 また、上記第2の発光の半導体発光素子の製造方法は、上記半導体層における粗面層に対する粗面化を、オトリソグラフィによつて行なえることによつて行なえる。

【0078】 また、上記第2の発光の半導体発光素子の製造方法は、上記光散乱用電極75を形成するためには、精度の高い光散乱用の掩蔽パターンを形成できる。

【0079】 また、上記第2の発光の半導体発光素子の製造方法では、上記半導体層をAl_yG_{1-y}In_xP(0.5≤y≤1, 0.5≤z≤1)で形成し、少なくとも上記半導体層を粗面化することによって上記半導体層における粗面化を実現することによつて上記半導体層における粗面化を実現することによつて上記半導体層における粗面化を実現することによつて、発光波長の放射角依存性が小さくなるよう

に、表面粗面化の放射角依存性が制御できる。

【0080】 また、上記第2の発光の半導体発光素子の製造方法は、上記半導体層における粗面層に対する粗面化を、オトリソグラフィによつて行なえることによつて行なえる。

【0081】 また、上記第2の発光の半導体発光素子の製造方法は、上記光散乱用電極75を形成するためには、精度の高い光散乱用の掩蔽パターンを形成できる。

【0082】 また、上記第2の発光の半導体発光素子の製造方法では、上記半導体層をAl_yG_{1-y}In_xP(0.5≤y≤1, 0.5≤z≤1)で形成し、少なくとも上記半導体層を粗面化することによって上記半導体層における粗面化を実現することによつて上記半導体層における粗面化を実現することによつて上記半導体層における粗面化を実現することによつて、発光波長の放射角依存性が小さくなるよう

に、表面粗面化の放射角依存性が制御できる。

【0083】 また、上記第2の発光の半導体発光素子の製造方法は、上記半導体層における粗面層に対する粗面化を、オトリソグラフィによつて行なえることによつて行なえる。

【0084】 また、上記第2の発光の半導体発光素子の製造方法は、上記光散乱用電極75を形成するためには、精度の高い光散乱用の掩蔽パターンを形成できる。

【0085】 また、上記第2の発光の半導体発光素子の製造方法では、上記半導体層をAl_yG_{1-y}In_xP(0.5≤y≤1, 0.5≤z≤1)で形成し、少なくとも上記半導体層を粗面化することによって上記半導体層における粗面化を実現することによつて上記半導体層における粗面化を実現することによつて上記半導体層における粗面化を実現することによつて、発光波長の放射角依存性が小さくなるよう

に、表面粗面化の放射角依存性が制御できる。

【0086】 また、上記第2の発光の半導体発光素子の製造方法は、上記半導体層における粗面層に対する粗面化を、オトリソグラフィによつて行なえることによつて行なえる。

【0087】 また、上記第2の発光の半導体発光素子の製造方法は、上記光散乱用電極75を形成するためには、精度の高い光散乱用の掩蔽パターンを形成できる。

【0088】 また、上記第2の発光の半導体発光素子の製造方法では、上記半導体層をAl_yG_{1-y}In_xP(0.5≤y≤1, 0.5≤z≤1)で形成し、少なくとも上記半導体層を粗面化することによって上記半導体層における粗面化を実現することによつて上記半導体層における粗面化を実現することによつて上記半導体層における粗面化を実現することによつて、発光波長の放射角依存性が小さくなるよう

に、表面粗面化の放射角依存性が制御できる。

【0089】 また、上記第2の発光の半導体発光素子の製造方法は、上記半導体層における粗面層に対する粗面化を、オトリソグラフィによつて行なえることによつて行なえる。

【0090】 また、上記第2の発光の半導体発光素子の製造方法は、上記光散乱用電極75を形成するためには、精度の高い光散乱用の掩蔽パターンを形成できる。

【0091】 また、上記第2の発光の半導体発光素子の製造方法では、上記半導体層をAl_yG_{1-y}In_xP(0.5≤y≤1, 0.5≤z≤1)で形成し、少なくとも上記半導体層を粗面化することによって上記半導体層における粗面化を実現することによつて上記半導体層における粗面化を実現することによつて上記半導体層における粗面化を実現することによつて、発光波長の放射角依存性が小さくなるよう

に、表面粗面化の放射角依存性が制御できる。

【0092】 また、上記第2の発光の半導体発光素子の製造方法は、上記半導体層における粗面層に対する粗面化を、オトリソグラフィによつて行なえることによつて行なえる。

【0093】 また、上記第2の発光の半導体発光素子の製造方法は、上記光散乱用電極75を形成するためには、精度の高い光散乱用の掩蔽パターンを形成できる。

【0094】 また、上記第2の発光の半導体発光素子の製造方法では、上記半導体層をAl_yG_{1-y}In_xP(0.5≤y≤1, 0.5≤z≤1)で形成し、少なくとも上記半導体層を粗面化することによって上記半導体層における粗面化を実現することによつて上記半導体層における粗面化を実現することによつて上記半導体層における粗面化を実現することによつて、発光波長の放射角依存性が小さくなるよう

に、表面粗面化の放射角依存性が制御できる。

【0095】 また、上記第2の発光の半導体発光素子の製造方法は、上記半導体層における粗面層に対する粗面化を、オトリソグラフィによつて行なえることによつて行なえる。

【0096】 また、上記第2の発光の半導体発光素子の製造方法は、上記光散乱用電極75を形成するためには、精度の高い光散乱用の掩蔽パターンを形成できる。

【0097】 また、上記第2の発光の半導体発光素子の製造方法では、上記半導体層をAl_yG_{1-y}In_xP(0.5≤y≤1, 0.5≤z≤1)で形成し、少なくとも上記半導体層を粗面化することによって上記半導体層における粗面化を実現することによつて上記半導体層における粗面化を実現することによつて上記半導体層における粗面化を実現することによつて、発光波長の放射角依存性が小さくなるよう

に、表面粗面化の放射角依存性が制御できる。

【0098】 また、上記第2の発光の半導体発光素子の製造方法は、上記半導体層における粗面層に対する粗面化を、オトリソグラフィによつて行なえることによつて行なえる。

【0099】 また、上記第2の発光の半導体発光素子の製造方法は、上記光散乱用電極75を形成するためには、精度の高い光散乱用の掩蔽パターンを形成できる。

【0100】 また、上記第2の発光の半導体発光素子の製造方法では、上記半導体層をAl_yG_{1-y}In_xP(0.5≤y≤1, 0.5≤z≤1)で形成し、少なくとも上記半導体層を粗面化することによって上記半導体層における粗面化を実現することによつて上記半導体層における粗面化を実現することによつて上記半導体層における粗面化を実現することによつて、発光波長の放射角依存性が小さくなるよう

に、表面粗面化の放射角依存性が制御できる。

【0101】 また、上記第2の発光の半導体発光素子の製造方法は、上記半導体層における粗面層に対する粗面化を、オトリソグラフィによつて行なえることによつて行なえる。

【0102】 また、上記第2の発光の半導体発光素子の製造方法は、上記光散乱用電極75を形成するためには、精度の高い光散乱用の掩蔽パターンを形成できる。

【0103】 また、上記第2の発光の半導体発光素子の製造方法では、上記半導体層をAl_yG_{1-y}In_xP(0.5≤y≤1, 0.5≤z≤1)で形成し、少なくとも上記半導体層を粗面化することによって上記半導体層における粗面化を実現することによつて上記半導体層における粗面化を実現することによつて上記半導体層における粗面化を実現することによつて、発光波長の放射角依存性が小さくなるよう

に、表面粗面化の放射角依存性が制御できる。

【0104】 また、上記第2の発光の半導体発光素子の製造方法は、上記半導体層における粗面層に対する粗面化を、オトリソグラフィによつて行なえることによつて行なえる。

【0105】 また、上記第2の発光の半導体発光素子の製造方法は、上記光散乱用電極75を形成するためには、精度の高い光散乱用の掩蔽パターンを形成できる。

【0106】 また、上記第2の発光の半導体発光素子の製造方法では、上記半導体層をAl_yG_{1-y}In_xP(0.5≤y≤1, 0.5≤z≤1)で形成し、少なくとも上記半導体層を粗面化することによって上記半導体層における粗面化を実現することによつて上記半導体層における粗面化を実現することによつて上記半導体層における粗面化を実現することによつて、発光波長の放射角依存性が小さくなるよう

に、表面粗面化の放射角依存性が制御できる。

【0107】 また、上記第2の発光の半導体発光素子の製造方法は、上記半導体層における粗面層に対する粗面化を、オトリソグラフィによつて行なえることによつて行なえる。

【0108】 また、上記第2の発光の半導体発光素子の製造方法は、上記光散乱用電極75を形成するためには、精度の高い光散乱用の掩蔽パターンを形成できる。

【0109】 また、上記第2の発光の半導体発光素子の製造方法では、上記半導体層をAl_yG_{1-y}In_xP(0.5≤y≤1, 0.5≤z≤1)で形成し、少なくとも上記半導体層を粗面化することによって上記半導体層における粗面化を実現することによつて上記半導体層における粗面化を実現することによつて上記半導体層における粗面化を実現することによつて、発光波長の放射角依存性が小さくなるよう

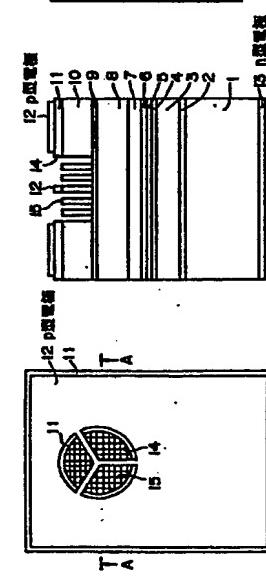
に、表面粗面化の放射角依存性が制御できる。

【0110】 また、上記第2の発光の半導体発光素子の製造方法は、上記半導体層における粗面層に対する粗面化を、オトリソグラフィによつて行なえることによつて行なえる。

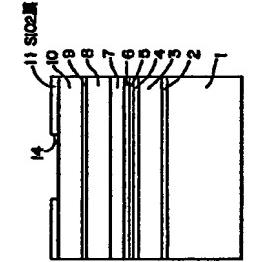
【0111】 また、上記第2の発光の半導体発光素子の製造方法は、上記光散乱用電

(9)

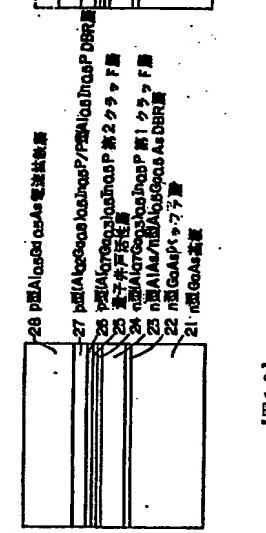
[図1]



[図2]



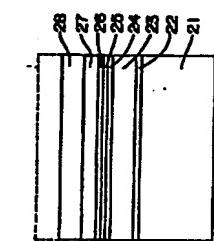
[図5]



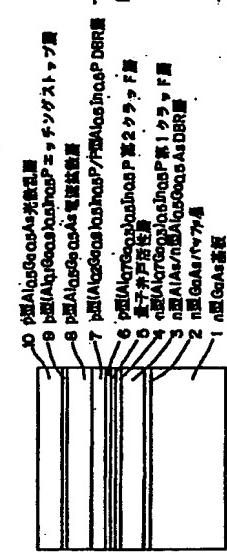
[図10]

(10)

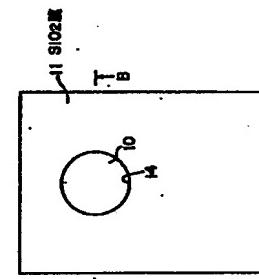
[図11]



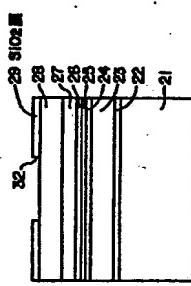
[図1]



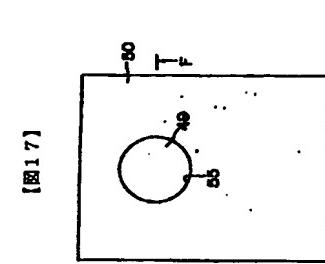
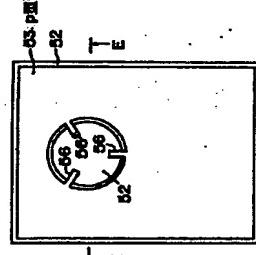
[図4]



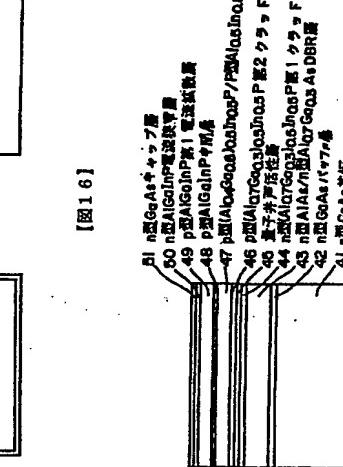
[図13]



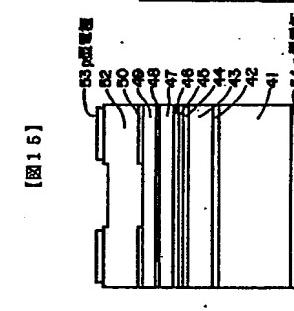
[図14]



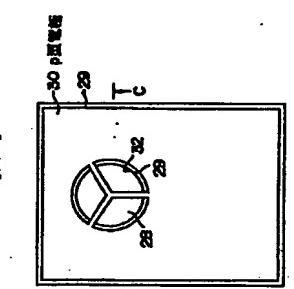
[図17]



[図16]



[図15]



[図12]



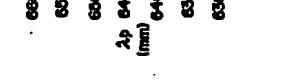
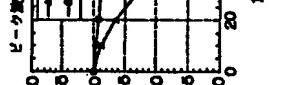
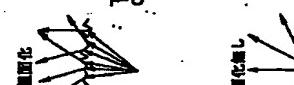
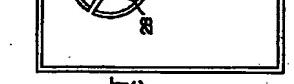
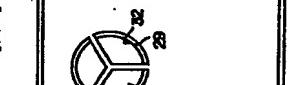
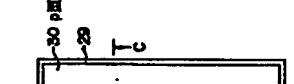
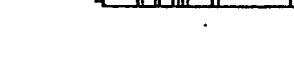
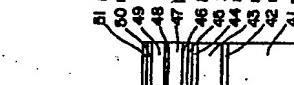
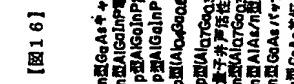
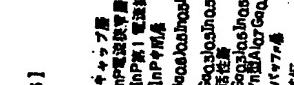
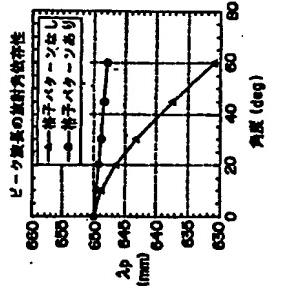
[図1]



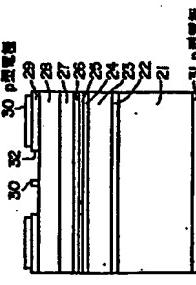
[図18]



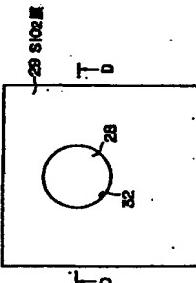
[図6]



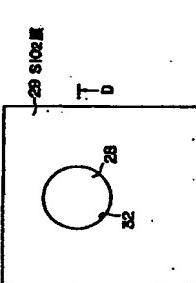
[図9]



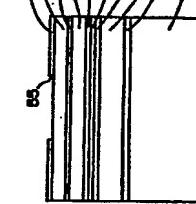
[図12]



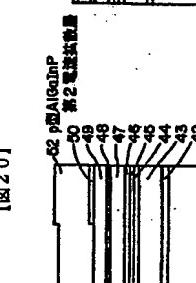
[図1]



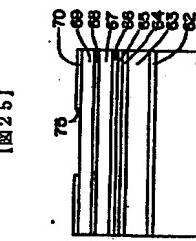
[図18]



[図20]



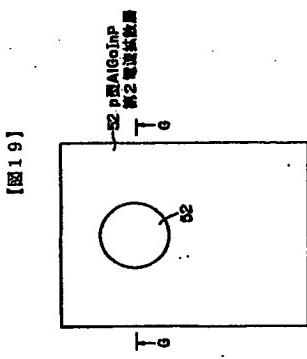
[図25]



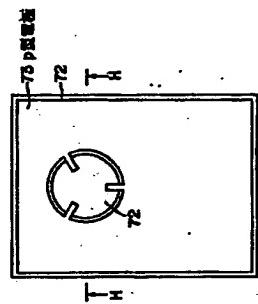
תְּלִימָדָה וְעַמְּדָה

ט' ינואר 1990

3

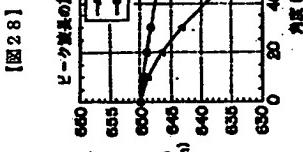


191

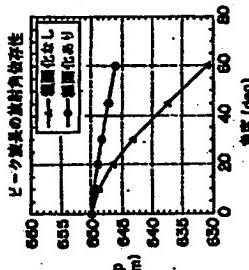


四二十一

(12)

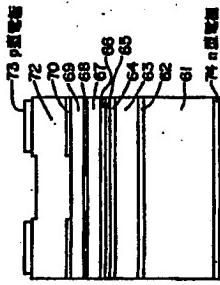


四二八一

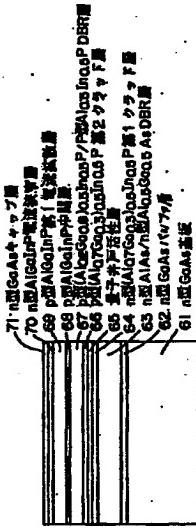


四二八一

[22]



164



プロジェクトページの構造

朝香村上 明亮者(72)

少
号22卷之三

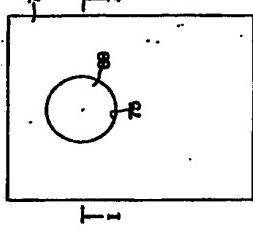
内社会

AA14 CA05 CA12 CA23 CA34

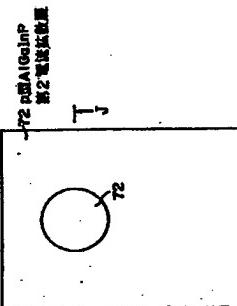
CA35 CA36 CA65 CA74 CA93

303

241



[图26]



26

四二七一

